

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-086994

(43)Date of publication of application : 18.03.2004

(51)Int.Cl.

G11B 20/18
G11B 20/10
H03M 13/45

(21)Application number : 2002-246841

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 27.08.2002

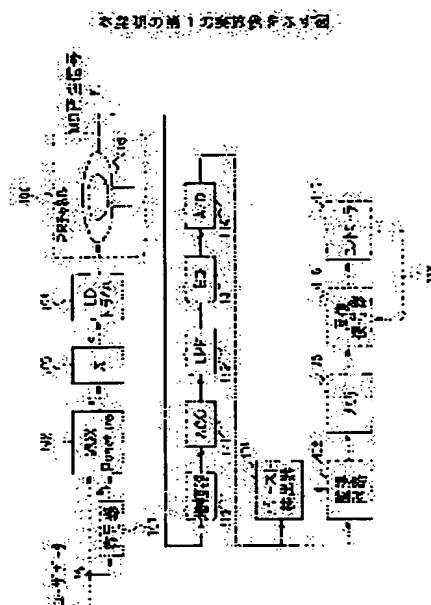
(72)Inventor : TAGUCHI MASAKAZU
ITAKURA AKIHIRO

(54) RECORDING AND REPRODUCING DEVICE HAVING BURST ERROR REPLACEMENT MEANS, AND METHOD FOR REPLACING BURST ERROR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a data recording and reproducing device using iterative decoding which can demodulate data correctly even when a burst error signal is included in a reproduced signal, and can obtain effect of error correction by iterative decoding sufficiently even for the burst error signal.

SOLUTION: In the recording and reproducing device which records and reproduces a recording signal in which data are encoded by convolution codes through a partial response channel and performs the reproducing of the data from the reproduced signal by using iterative decoding using likelihood information, the data recording and reproducing device is attained by a recording and reproducing device which is characterized by being provided with a burst error detecting means for detecting a burst error part in the reproduced signal and a replacement means for replacing sampled values included in the error part to prescribed values according to the detected result of the detecting means.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

01.11.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-86994

(P2004-86994A)

(43) 公開日 平成16年3月18日 (2004.3.18)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
G 1 1 B 20/18	G 1 1 B 20/18 5 6 0 A	5 D 0 4 4
G 1 1 B 20/10	G 1 1 B 20/18 5 3 4 A	5 J 0 6 5
H 0 3 M 13/45	G 1 1 B 20/18 5 7 0 F	
	G 1 1 B 20/18 5 7 2 F	
	G 1 1 B 20/18 5 7 6 F	
審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 15 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2002-246841 (P2002-246841)
 (22) 出願日 平成14年8月27日 (2002.8.27)

(71) 出願人 000005223
 富士通株式会社
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
 (74) 代理人 100070150
 弁理士 伊東 忠彦
 (72) 発明者 田口 雅一
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
 (72) 発明者 板倉 昭宏
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
 Fターム (参考) 5D044 BC01 BC04 CC04 DE69 FG05
 5J065 AA03 AC03 AD10 AE06 AF02
 AG05 AH04 AH15 AH17 AH22

(54) 【発明の名称】 バーストエラーの置換手段を有する記録再生装置及び、バーストエラーを置換する方法

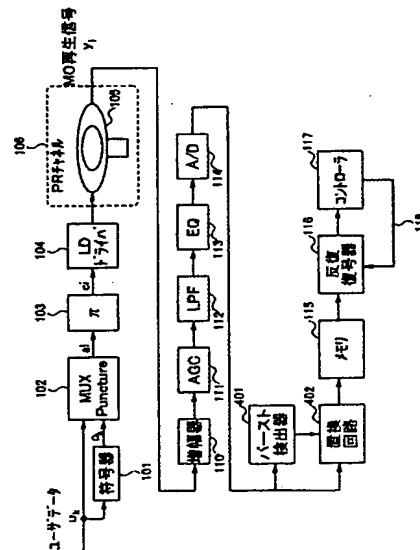
(57) 【要約】

【課題】 本発明は、再生信号にバーストエラー信号を含んだ場合にも、データを正しく復調できる、バーストエラー信号に対しても、反復復号による誤り訂正の効果が、十分に得られる、反復復号を用いたデータ記録再生装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 データが畳み込み符号により符号化された記録信号をパシカルレスポンスチャネルを通して記録し且つ再生し、再生信号から、尤度情報を用いた反復復号を使用して前記データの再生を行う記録再生装置において、再生信号中のバーストエラー部分を検出するバーストエラー検出手段と、前記検出手段の検出結果に従って、前記バーストエラー部分に含まれるサンプル値を、所定の値に置き換える置換手段を有する、ことを特徴とする記録再生装置により達成する。

【選択図】 図4

本発明の第1の実施例を示す図



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

データが畳み込み符号により符号化された記録信号をパーシャルレスポンスチャネルを通して記録し且つ再生し、再生信号から、尤度情報を用いた反復復号を使用して前記データの再生を行う記録再生装置において、

前記再生信号中のバーストエラー部分を検出するバーストエラー検出手段と、前記検出手段の検出結果に従って、前記バーストエラー部分に含まれるサンプル値を、所定の値に置き換える置換手段を有する、ことを特徴とする記録再生装置。

【請求項 2】

前記所定の値は、バーストエラー部分以外の部分の他のサンプルの尤度情報を使用してデータの反復復号を行っている時に、バーストエラー部分のサンプル値の影響が伝播しないような値であることを特徴とする請求項 1 に記載の記録再生装置。 10

【請求項 3】

前記所定の値は、前記反復復号により得られたデータ値が” 0 ”である確率と、前記反復復号により得られたデータ値が” 1 ”である確率が、それぞれ等しい確率となるようなサンプリング値または、尤度情報値であることを特徴とする請求項 1 に記載の記録再生装置。

【請求項 4】

前記バーストエラー検出手段は、検出レベルを 2 つ有し、サンプル値が一方の検出レベルよりも大きい場合又は、他方の検出レベルよりも小さい場合には、前記サンプルがバーストエラー部分内に含まれると判断することを特徴とする請求項 1 に記載の記録再生装置。 20

【請求項 5】

前記尤度情報は、パーシャルレスポンスチャネルの出力におけるデータに対応する値であることを特徴とする請求項 3 に記載の記録再生装置。

【請求項 6】

前記尤度情報は、畳み込み符号の復号出力におけるデータに対応するものであることを特徴とする請求項 3 に記載の記録再生装置。

【請求項 7】

データが畳み込み符号により符号化された記録信号をパーシャルレスポンスチャネルにより記録し且つ再生し、再生信号から、尤度情報を用いた反復復号を使用して前記データの再生を行う記録再生装置において、 30

前記再生信号中のバーストエラー部分を検出するバーストエラー検出手段と、バーストエラー部分を含むサンプリング値を、所定の演算に従って置き換える置換手段を有する、ことを特徴とする記録再生装置。

【請求項 8】

前記所定の演算は、バーストエラー部分を含むサンプリング値の信号振幅を低下させる演算を実行することを特徴とする請求項 7 に記載の記録再生装置。

【請求項 9】

データが畳み込み符号により符号化された記録信号をパーシャルレスポンスチャネルにより記録し且つ再生し、再生信号から、尤度情報を用いた反復復号を使用して前記データの再生を行う記録再生装置により再生した前記再生信号内のバーストエラーを置換する方法であって、 40

前記再生信号中のバーストエラー部分を検出するバーストエラー検出ステップと、前記検出ステップの検出結果に従って、前記バーストエラー部分に含まれるサンプル値を、所定の値に置き換える置換ステップを有する、ことを特徴とするバーストエラーを置換する方法。

【請求項 10】

前記所定の値は、バーストエラー部分以外の部分の他のサンプルの尤度情報を使用してデータの反復復号を行っている時に、バーストエラー部分のサンプル値の影響が伝播しないような値であることを特徴とする請求項 9 に記載のバーストエラーを置換する方法。 50

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、データ記録再生装置に関し、特に、バーストエラーの置換手段を有するデータ記録再生装置、及び、バーストエラーを置換する方法に関する。

【従来の技術】

データを記録及び再生する装置には、磁気ディスク、磁気テープ、光ディスク及び光磁気ディスク記録再生装置などの多種の記録再生装置がある。これらの媒体にデータを記録するためには、磁気的な記録マークを主に用いている。磁気記録を用いることにより、半導体メモリに比べて、低コストで且つ恒久的にデータ保存が可能である。現在では、多くの情報を取り扱う、画像又は、イメージ情報などを記録するために、コンピュータ用の情報記録装置として、必須の装置となっている。

【0002】

図 1 は、従来のデータ記録装置の構成を示す。

【0003】

まず最初にデータを記録する場合について、説明する。ユーザデータ u_k は、ユーザデータ u_k を反復復号可能な符号に変調する符号器 101 に入力される。そして、バンクチャ部 102 及びインターリーブ部 103 を介して、インターリーブされたデータが LD ドライバ 104 へ供給される。LD ドライバ 104 は、供給されたデータに基づいて、レーザー光を変調して、情報記録媒体 105 にデータを記録する。図 1 の例では光磁気ディスク 105 を用いているが、磁気ディスク、光ディスク及びその他の情報記録媒体でもよい。磁気ディスクの場合には、記録媒体に適した磁気ヘッドにデータを供給する。

【0004】

次に、光磁気ディスク 105 から、データを再生する場合について説明する。光磁気ディスク 105 から、ヘッドにより記録マークを再生し、MO 再生信号を得る。書き込みヘッド、光磁気ディスク 105 及び再生ヘッドにより構成される、記録再生系 106 は、例えば、PR (1, 1) のような特性を有するパーシャルレスポンスチャネル (PR チャネル) を構成する。再生された MO 信号は、増幅器 110 により増幅される。次に、AGC 111 により振幅制御され、そして、ローパスフィルタ 112 及び、イコライザ 113 により、波形等化される。このようにして波形等化された MO 再生信号 y_i は、再生信号に同期したクロックを用いて A/D 変換器 114 によりデジタル信号に変換される。そして、このようにして変換されたデジタル信号は、メモリ 115 に蓄積される。

【0005】

次に、メモリ 115 に蓄積されたデータに基づいて、ターボ復号器などの反復復号器 116 によりユーザデータが再生される。反復復号器 116 は、コントローラ 117 (例えば、光磁気ディスク装置の場合には ODC) により制御される。反復復号器 116 では、コントローラ 117 が決定した回数の反復復号を行うことにより、ユーザデータの復号を行う。

【0006】

図 2 は、反復復号を行うための符号にユーザデータを符号化する符号器 101 の例を示す。図 2 の符号器は、再帰的畳み込み符号器であり、レジスタ 201, 202 及び排他的論理和 203 と 204 により構成される。図 2 の符号器は、ユーザデータ系列 u_k からパリティ系列 p_k を発生する。

【0007】

次に、図 3 は、図 1 の中の反復復号器 116 の従来構成例を示す。A/D 変換器 114 によりサンプリングされ且つデジタル化されそして、メモリ 115 に蓄積されたデータ y_i (受信信号系列) は、図 1 のメモリ 115 に蓄積された、A/D 変換器 114 によりデジタル化された受信信号を示す。サンプリングデータ y_i は、事後確率復号器 301 (PR Channel APP) へ供給される。事後確率復号器 301 は、入力サンプリング値 $Y (y_1, y_2, y_3, \dots, y_n)$ が検出された条件のもとで、次の入力ビット c

i が 1 となる確率 $P(c_i = 1 | y)$ と、 c_i が 0 となる確率 $P(c_i = 0 | y)$ との間の対数尤度比 $L(c_i^*)$ を計算する。反復回数が最初の 1 回目の場合には、事後確率復号器 301 に入力される事前情報 $L_a(c_i)$ は、全てゼロである。これは、ビット c_i のすべてが、" 1 " である確率と " 0 " である確率が同確率であることを表す。

【0008】

次に、事後確率復号器 301 の出力である、 $L(c_i^*)$ から、減算器 302 により、事前情報 $L_a(c_i)$ を減算して、外部尤度情報 $L_e(c)$ を得る。外部尤度情報 $L_e(c)$ は、デインターリーブ 303 で変換され、そして、次に、デバンクチャ部 304 に送られる。デバンクチャ部 304 は、デインターリーブされた外部尤度情報 $L_e(c)$ を、データビット u_k に対応した尤度情報 $L(u_k)$ とパリティビット p_k に対応した尤度情報 $L(p_k)$ に変換する。そして、コード復号器 305 (Code APP) へ供給する。コード復号器 305 は、 $L(u_k)$ と $L(p_k)$ からデータビット u_l に対する対数尤度比 $L(u^*)$ 及びパリティビット p_k に対する対数尤度比 $L(p^*)$ を出力する。反復復号を行う時には、 $L(u^*)$ と $L(p^*)$ をバンクチャ部 306 に送り、尤度情報 $L(c^*)$ (これは、 $L(u^*)$ と $L(p^*)$ を結合し且つ間引した結果) に変換する。 $L(c^*)$ から、事前情報 $L_e(c)$ を、減算器 307 により減算する。そして、インターリーブ 308 により、減算器 307 の出力にインターリーブを行い $L_a(c_i)$ を得る。そして、事前情報として、 $L_a(c_i)$ を、事後確率復号器 301 (PR Channel APP) へ供給して、繰り返し反復を実行する。データ検出は、コード復号器から得られる $L(u^*)$ を、硬判定器 309 で " 1 " 又は、" 0 " データに判定して、ユーザデータ系列 U_k を出力する。

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記従来例においては、以下のような問題がある。

【0009】

光ディスク (光磁気ディスク含む)、磁気ディスク、磁気テープなど記録媒体には、一般的には、部分的な欠陥がある。特に、可換媒体である光ディスクや磁気テープなどは、ゴミの付着や取り扱い時に起こるキズなどの影響で、欠陥部分が増加する。前述した反復復号は、これらの記録媒体及び装置が、高密度化することにより SNR が低下することに対しては、非常に有効に動作するが、記録媒体の欠陥部分の再生信号 (バーストエラー信号) が入力されると、事前情報を介して、大きく異なった尤度情報が、バーストエラー部分以外の他のデータへ伝播して、バーストエラー部分のエラーがそれ以外の部分のデータに伝播する。これは、バーストエラー部分のデータから得られる尤度情報が、本来のデータから得られる尤度情報と、大きく異なるためである。このために、反復復号による誤り訂正の効果が、十分に得られないという問題がある。

【0010】

本発明は、再生信号内にバーストエラー信号を含んだ場合にも、データを正しく復調できる、即ち、バーストエラー信号に対しても、反復復号による誤り訂正の効果が、十分に得られる、反復復号を用いたデータ記録再生装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

上記課題は、本発明に従って、データが畳み込み符号により符号化された記録信号をバーストレスポンスチャネルを通して記録し且つ再生し、再生信号から、尤度情報を用いた反復復号を使用して前記データの再生を行う記録再生装置において、前記再生信号中のバーストエラー部分を検出するバーストエラー検出手段と、前記検出手段の検出結果に従って、前記バーストエラー部分に含まれるサンプル値を、所定の値に置き換える置換手段を有する、ことを特徴とする記録再生装置によって達成できる。

【0011】

本発明により、バーストエラー部分を検出し、そして、バーストエラー部分を、バーストエラー部分以外の他の部分に影響を与えない値に置換することにより、反復復号での誤った尤度情報による影響を抑圧することが出来るので、反復復号の復号能力を保持することが可能となる。

【0012】

このように本発明により、再生信号中にバーストエラー部分を有する場合でも、誤った尤度情報を伝播しないので、反復復号により、低S/N比においても、復号能力が高い記録再生装置を得ることができる。

【発明の実施の形態】

以下に、本発明の実施の形態について説明する。

【0013】

本発明の第1の実施例を図4に示す。図4の本発明の第1の実施例と、図1に示された従来の反復復号を用いた光ディスクの記録／再生システムと異なる点は、図4では、バーストエラー検出器401と、置換回路402を設けた点である。データの基本的な記録及び再生について図1を参照して説明したのと同様である。 10

【0014】

図4の実施例では、A/D変換器114により、波形等化されたMO再生信号をデジタルデータに変換した値から、バーストエラー検出器401がバーストエラー領域を検出する。そして、置換回路402がバーストエラー部分に対応するデータを、反復復号器116により反復復号されたときに、バーストエラー部分以外のデータに影響を与えない（エラーが伝播し難い）尤度情報に置き換える。そして、バーストエラー部分について値を置き換えたデータを、メモリ115に蓄積する。置き換えるデータは、“1”である確率と“0”である確率が同確率であることを表す尤度情報に置き換える。例えば、データが“1”である最も高い確率の尤度情報が“+1”（データが“0”である最も低い確率の尤度情報）であり、最も低い確率の尤度情報が“-1”（データが“0”である最も高い確率の尤度情報）である場合には、尤度情報の中間値“0”で置き換える。このようにすることにより、バーストエラー部分が、バーストエラー部分以外の部分に与える影響を最も低減することができる。反復復号器116は、このようにして、バーストエラー部分について値を置き換えたデータを含む、メモリ115に蓄積されたデータについて、反復復号を行う。ここで、メモリ115に蓄積するのは、反復復号器116による反復処理が、チャネル転送レートより低い動作であるためと、更に、反復復号時には、パスメトリックについて、後方演算を行うことが必要であるためである。後段の反復復号の実行方法に依存して、メモリ115が不要な場合もありうる。 20

【0015】

次に、図5は、本発明の第2の実施例を示す。本実施例においては、波形等化されたMO再生信号が、A/D変換器114でデジタル信号に変換された後に、このデジタル値を一旦メモリ115に蓄積する。そして、蓄積された値を用いて、バースト検出器401によりバーストエラーを検出し、そして、置換回路402によりデータの置換を行う。置き換えるデータは、図4に示す本発明の実施例と同一である。 30

【0016】

本実施例では、メモリ115からデータを読み出しながら、読み出したデータを置換し、そして、反復復号器116へデータを供給する。このようにして、バーストエラーデータを置換することができる。 40

【0017】

図6は、本発明の第3の実施例を示す。本実施例では、メモリ115からデータを読み出しながら、バースト検出器401によりバーストエラーを検出し、そして、置換回路402により読み出したデータを置換し、そして、再び、メモリ115に書き込む。置き換えるデータは、図4に示す本発明の実施例と同一である。このようにして、メモリ115内のデータを置き換えることができる。

【0018】

図7は、本発明の第4の実施例を示す。図7において、図3と同一番号を付した構成要素は、同一の構成要素を示す。本実施例では、事後確率復号器301（PRチャネルAPP）の出力を置換する。図7では、事後確率復号器301の入力であるメモリ115から出力されるデータを用いて、バースト検出器401により、バーストエラー位置を検出し、 50

そして、事後確率復号器 301 の出力を、置換回路 701 により置き換える。このようにして、バーストエラーデータを置換することができる。置き換えるデータは、“1”である確率と“0”である確率が同確率であることを表す尤度情報に置き換える。例えば、データが“1”である最も高い確率の尤度情報が“+1”（データが“0”である最も低い確率の尤度情報）であり、最も低い確率の尤度情報が“-1”（データが“0”である最も高い確率の尤度情報）である場合には、尤度情報の中間値“0”で置き換える。このようにすることにより、バーストエラー部分が、バーストエラー部分以外の部分に与える影響を最も小さくすることができる。

【0019】

次に本発明の第5の実施例について説明する。図8は、本発明の第5の実施例を示す。図8の実施例において、図7の実施例と同一の番号を付した構成要素は、同一の構成要素を示す。図8に示す本発明の第5の実施例と、図7に示す本発明の第4の実施例の相違点は、選択回路 801 を設けたことである。

【0020】

反復復号の1回目や2回目などの初期の場合には、バーストエラー部分に対応するPRチャネルの尤度情報が、バーストエラー部分以外の部分の尤度情報に大きく影響する。これを制御するために、本実施例では、図1のコントローラ 117 から反復復号器 116 に供給される反復回数の制御情報 118 に基づいて、事後確率復号器 301 から出力される $L(c_i^*)$ を選択して、減算器 302 へ送るか又は、置換回路 702 の出力を選択して減算器 302 へ送るかを、反復復号回数に応じて制御する。

【0021】

次に、本発明の第6の実施例について説明する。図9は、本発明の第6の実施例を示す。本実施例では、バーストエラー検出器 401 で検出したバーストエラー部分又はその近傍に対応する、メモリ 115 内に蓄積されたデータに対して、演算器 901 により、所定の演算を行うことにより、バーストエラー部分又はその近傍のデータを、置き換える。

【0022】

図10は、バーストエラー波形に対する演算の実施例を示し、図10(A)はバーストエラー部分の再生波形、図10(B)は演算係数 k 及び、図10(C)は演算器 901 による演算後の波形を示す。図10の(A)において、 y_t は各サンプル値、時間期間 T はバーストエラー部分を示し、 B_1 はバーストエラー検出レベルの正側のしきい値、 B_2 はバーストエラー検出レベルの負側のしきい値を示し、 C は中心値を示す。演算器 901 による演算は、

$$y_{t'} = k * y_t + C(1 - k) \quad (1)$$

に従って行い、ここで、 $y_{t'}$ は演算後のサンプル値である。

【0023】

先ず、図9のバーストエラー検出器 401 は、メモリ 115 から蓄積されたデータを読み出し、バーストエラー部分 T を検出する。そして、次に、そのバーストエラー部分の範囲を中心として、図10の(B)に示す演算係数 k を用いて、式(1)に従って、サンプル値を演算する。例えば、図10の(A)において、バーストエラー検出器 401 は、サンプル値 y_t が、時間期間 25～32 の期間で、しきい値 B_1 を超える大きな振幅となった場合には、キズやゴミなどによるバーストエラー部分が存在することを検知する。バーストエラー部分の前後の部分も通常はキズ等の影響を受けている。このために、メモリ 115 から、データを読み出しながら、バーストエラー部分 T の前後の部分を含めて、演算係数 k を、図10の(B)に示すように変化させる。

【0024】

演算式(1)に従って係数 k を用いて演算すると、図10の(C)に示すようにバーストエラー部分は、信号の振幅が小さくなり中心値 C の近傍の値となる。(A)の再生波形が、PR(1, 1)波形の場合には、中心値 C は、データが“1”であるか又は、“0”であるかの判別がつかない値である。従って、本実施例の演算により、バーストエラー部分を、他のデータに影響を与えない、反復復号処理の尤度情報に置き換えることができる

【0025】

上述のように図4から図10を用いて説明した本発明の実施例は、A/D変換器114によりデジタル化したMO再生波形のサンプリング値の中のバーストエラー部分の値を、バーストエラー部分以外の他の部分の尤度情報に影響を与えない値に、直接的に置き換えるまたは、演算によって置き換えるようにした。これは、PRチャネルデータに相当する部分において、バーストエラー部分の値を他の値に置き換えている。

【0026】

次に、本発明の第7の実施例について説明する。図11は、本発明の第7の実施例を示す。本実施例において、図7と同一番号を付した構成要素は、同一の構成要素を示す。本実施例では、Codeデータに対応したデータを置き換える実施例を示す。本実施例では、先ず、メモリ115から出力されるサンプリング値 y_i からバーストエラー部分の検出を行う。次に検出したバーストエラー部分の位置を、デインターリーブ1101によりデインターリーブを行い、PRチャネル上でバーストエラー部分に対応する位置を、デインターリーブ303の出力に対応するように、変換して置換回路1102へ供給する。

【0027】

置換回路1102は、デインターリーブ303の出力のデインターリーブした外部尤度情報 $Le(c)$ について、バーストエラー部分に対応した部分の尤度情報を置換する。この場合に、尤度情報 $Le(c)$ は、尤度情報比であるので、データが"1"である確率が100%である場合、 $Le(c) = 1$ となり、データが"0"である確率が100%である場合、 $Le(c) = -1$ となる。そして、データが"1"である確率と"0"である確率が、等しい場合には、 $Le(c) = 0$ となる。従って、バーストエラー部分に対応する尤度情報 $Le(c)$ を、値0に置換する。このように、データが"1"である確率と"0"である確率が等しいことを示す尤度情報に置換することにより、バーストエラー部分の影響は、バーストエラー部分以外の部分には伝播しない。

【0028】

次に、本発明のバーストエラー部分が発生した場合の、本発明に従った反復復号の反復回数に対するエラーレートのシミュレーション結果を説明する。図12は、本発明を使用する反復復号の反復回数に対するエラーレートのシミュレーション結果を示す。バーストエラー部分が無い場合の結果1201では、反復復号開始時のエラーレートは、 4.0×10^{-4} から始まり、反復回数が増えるに従ってエラーレートが低下し、そして、3回目の反復復号で、エラーレート 1.0×10^{-5} に飽和する。

【0029】

これに対して、バーストエラー部分のデータの置換が無い場合の結果1202では、反復復号回数に従ってエラーレートが低下しない。これは、バーストエラー部分による誤った尤度情報が、バーストエラー部分以外の部分にも伝播するためであり、エラーレートは変動する。

【0030】

本発明のバーストエラー部分の置換を行う場合の結果1203では、バーストエラー部分が無い場合の結果1201に比べると、収束回数は多く必要ではあるが、反復復号回数が増えるに従ってエラーレートが減少し、4回目の反復復号で、バーストエラー部分が無い場合の結果1201と同等なエラーレートに達することがわかる。

【0031】

このように本発明に従った反復復号方式は、バーストエラー部分に対しても誤った尤度情報を伝播することなく、反復復号により、低S/N比においても、復号能力が高いシステムを得ることができる。

【0032】

次に、本発明のバーストエラー検出器の実施例について、図13と図14を用いて説明する。図13は、本発明のバーストエラー検出器1300の実施例を示す図であり、図14は、本発明のバーストエラー検出器1300の動作の説明を示す図である。

【0033】

図13は、バーストエラー検出器1300の実施例を示す。バーストエラー検出器1300は、比較器1301、1302、シフトレジスタ1303、1304及び論理和回路1305を有する。比較器1301、1302は、入力aと入力bを有し、aがbより大きい場合又は等しい場合には、出力はハイレベルであり、 $a < b$ の場合は出力はローレベルとなるものとする。比較器1301は、サンプリング値 y_i と、図10の(A)に示すB1とを比較し、バーストエラー部分か否かを判定する。比較器1302は、サンプリング値 y_i と、図10の(A)に示すB2とを比較し、バーストエラー部分か否かを判定する。2つの比較器の出力は、バーストエラー位置(BP)を表わす、N段のシフトレジスタへ入力され、各シフトレジスタのすべての出力を論理和回路1305に入力する。

10

【0034】

論理和回路1305の出力は、バーストエラーゲート信号(BG)、即ち、図10(A)のバーストエラー期間Tである。ただし、例えば、図5の置換回路402に示すような、置換回路において、サンプリング値 y_i を、前記シフトレジスタの $N/2$ 段分だけ遅延させるとBPの $N/2$ 前からBGが開くので、光ビームのガウシアン分布の裾で発生するキズや塵埃によるバーストエラー部分の小さな影響にも対応することができる。

【0035】

図14は、バーストエラー検出器1300の動作を示す。図14(A)は、再生データ内にバーストエラー部分を含まない信号1401をサンプリングしたサンプル値と、再生データ内にバーストエラー部分を有する信号1402をサンプリングしたサンプル値を示す。

20

【0036】

図13で説明したように、バーストエラー検出器1300は、 y_i が、バーストエラー検出レベルの正側のしきい値B1よりも大きい又は、バーストエラー検出レベルの負側のしきい値B2よりも小さい場合には、バーストエラー位置BPであると判定する。

【0037】

図14に示す本実施例では、図13のシフトレジスタ1303と1304の段数Nが、例えば、 $N=4$ の場合の例を示す。シフトレジスタ1303の出力は、図14(B)に示すように、 y_i が、バーストエラー検出レベルの正側のしきい値B1よりも大きいときに、ハイレベル1404から1406となる。一方、シフトレジスタ1304の出力は、図14(C)に示すように、 y_i が、バーストエラー検出レベルの負側のしきい値B2よりも小さいときに、ハイレベル1407及び1408となる。そして、各シフトレジスタ1303と1304のN段の出力の全てを論理和回路1305に入力すると、図14(D)に示すように、論理和回路1305の出力には、バーストエラー期間にハイレベル1409から1410となる信号が得られる。このようにバーストエラーの影響している範囲の時間期間を有するバーストエラーゲート信号BGを作成できる。

30

【0038】

このようにして、バーストエラー検出器1300により作成したバーストエラーゲート信号BGを、例えば、図5の置換回路402に示すような、置換回路へ供給することにより、バーストエラー部分を、予め定められた信号で又は演算により置換することができる。

40

【0039】

また、図14(E)は、置換回路内で、再生データ内にバーストエラー部分を含まない信号1401を $N/2=2$ クロック分遅延したサンプル値1412と、再生データ内にバーストエラー部分を有する信号1402を $N/2=2$ クロック分遅延したサンプル値1413を示す。このように、バーストエラー検出器1300により作成したゲート信号に対して、置換回路内で、サンプル値 y_i を $N/2$ 段遅延することにより、バーストエラー位置BPより前の部分における、バーストエラー部分の影響を受けているサンプル値 y_i についても、予め定められた信号で又は演算により置換することができる。

【0040】

(付記)

50

(付記 1) データが畳み込み符号により符号化された記録信号をパーシャルレスポンスチャネルを通して記録し且つ再生し、再生信号から、尤度情報を用いた反復復号を使用して前記データの再生を行う記録再生装置において、前記再生信号中のバーストエラー部分を検出するバーストエラー検出手段と、前記検出手段の検出結果に従って、前記バーストエラー部分に含まれるサンプル値を、所定の値に置き換える置換手段を有する、ことを特徴とする記録再生装置。

【0041】

(付記 2) 前記所定の値は、バーストエラー部分以外の部分の他のサンプルの尤度情報を使用してデータの反復復号を行っている時に、バーストエラー部分のサンプル値の影響が伝播しないような値であることを特徴とする付記 1 に記載の記録再生装置。

10

【0042】

(付記 3) 前記所定の値は、前記反復復号により得られたデータ値が” 0 ”である確率と、前記反復復号により得られたデータ値が” 1 ”である確率が、それぞれ等しい確率となるようなサンプリング値または、尤度情報値であることを特徴とする付記 1 に記載の記録再生装置。

【0043】

(付記 4) 前記バーストエラー検出手段は、検出レベルを 2 つ有し、サンプル値が一方の検出レベルよりも大きい場合は、他方の検出レベルよりも小さい場合には、前記サンプルがバーストエラー部分内に含まれると判断することを特徴とする付記 1 に記載の記録再生装置。

20

【0044】

(付記 5) 前記尤度情報は、パーシャルレスポンスチャネルの出力におけるデータに対応する値であることを特徴とする付記 3 に記載の記録再生装置。

【0045】

(付記 6) 前記尤度情報は、畳み込み符号の復号出力におけるデータに対応するものであることを特徴とする付記 3 に記載の記録再生装置。

【0046】

(付記 7) データが畳み込み符号により符号化された記録信号をパーシャルレスポンスチャネルにより記録し且つ再生し、再生信号から、尤度情報を用いた反復復号を使用して前記データの再生を行う記録再生装置において、前記再生信号中のバーストエラー部分を検出するバーストエラー検出手段と、バーストエラー部分を含むサンプリング値を、所定の演算に従って置き換える置換手段を有する、ことを特徴とする記録再生装置。

30

【0047】

(付記 8) 前記所定の演算は、バーストエラー部分を含むサンプリング値の信号振幅を低下させる演算を実行することを特徴とする付記 7 に記載の記録再生装置。

【0048】

(付記 9) 前記置換手段は、前記サンプル値を遅延させた後に、前記バーストエラー検出手段の検出結果に従って、サンプル値を、所定の値に置き換えることを特徴とする付記 1 に記載の記録再生装置。

40

【0049】

(付記 10) 前記置換手段は、前記サンプル値を遅延させた後に、前記バーストエラー検出手段の検出結果に従って、サンプル値を、所定の演算に従って置き換えることを特徴とする付記 7 に記載の記録再生装置。

【0050】

(付記 11) 前記置換手段は、反復回数に応じて、置換するか又はしないかを制御することを特徴とする付記 1 に記載の記録再生装置。

【0051】

(付記 12) データが畳み込み符号により符号化された記録信号をパーシャルレスポンスチャネルにより記録し且つ再生し、再生信号から、尤度情報を用いた反復復号を使用し

50

て前記データの再生を行う記録再生装置により再生した前記再生信号内のバーストエラーを置換する方法であって、
前記再生信号中のバーストエラー部分を検出するバーストエラー検出ステップと、
前記検出ステップの検出結果に従って、前記バーストエラー部分に含まれるサンプル値を、
所定の値に置き換える置換ステップを有する、ことを特徴とするバーストエラーを置換する方法。

【0052】

(付記13) 前記所定の値は、バーストエラー部分以外の部分の他のサンプルの尤度情報を使用してデータの反復復号を行っている時に、バーストエラー部分のサンプル値の影響が伝播しないような値であることを特徴とする付記12に記載のバーストエラーを置換する方法。

10

【0053】

(付記14) 前記所定の値は、前記反復復号により得られたデータ値が"0"である確率と、前記反復復号により得られたデータ値が"1"である確率が、それぞれ等しい確率となるようなサンプリング値または、尤度情報値であることを特徴とする付記12に記載のバーストエラーを置換する方法。

【0054】

【発明の効果】

以上で説明したように、本発明により、バーストエラー部分を検出し、そしてバーストエラー部分を、バーストエラー部分以外の他の部分に影響を与えない値に置換することにより、反復復号での誤った尤度情報による影響を抑圧することが出来、反復復号の復号能力を保持することが可能となる。

20

【0055】

このように本発明に従って、バーストエラー部分に対しても誤った尤度情報を伝播することなく、反復復号により、低S/N比においても、復号能力が高い記録再生装置を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】反復復号を用いた従来のデータ記録装置の構成を示す図である。

【図2】反復復号を行うための符号にユーザデータを符号化する符号器の構成例を示す図である。

30

【図3】図1内の反復復号器の従来構成例を示す図である。

【図4】本発明の第1の実施例を示す図である。

【図5】本発明の本発明の第2の実施例を示す図である。

【図6】本発明の第3の実施例を示す図である。

【図7】本発明の第4の実施例を示す図である。

【図8】本発明の第5の実施例を示す図である。

【図9】本発明の第6の実施例を示す図である。

【図10】バーストエラー波形に対する演算例を示す図である。

【図11】本発明の第7の実施例を示す図である。

【図12】本発明を使用する反復復号の反復回数に対するエラーレートのシミュレーション結果を示す図である。

40

【図13】本発明のバーストエラー検出器の実施例を示す図である。

【図14】本発明のバーストエラー検出器の動作の説明を示す図である。

【符号の説明】

- 101 符号器
- 102 パンクチャ部
- 103 インターリーブ部
- 104 LDドライバ
- 105 光磁気ディスク
- 106 記録再生系

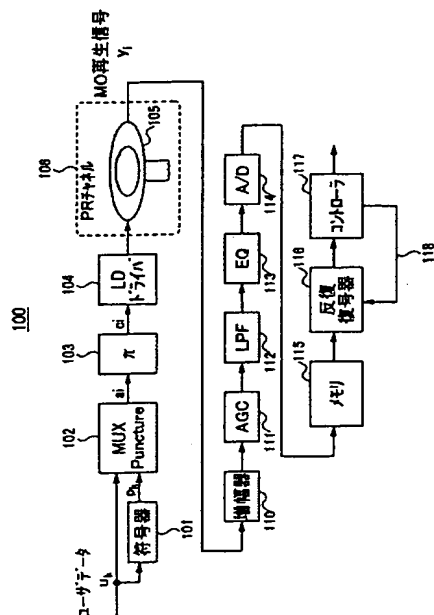
50

- 1 1 0 増幅器
- 1 1 1 A G C
- 1 1 2 ローパスフィルタ
- 1 1 3 イコライザ
- 1 1 4 A/D変換器
- 1 1 5 メモリ
- 1 1 6 反復復号器
- 1 1 7 コントローラ
- 3 0 1 事後確率復号器
- 3 0 2 減算器
- 3 0 3 デインターリーバ
- 3 0 4 デパンクチャ部
- 3 0 5 コード復号器
- 3 0 6 パンクチャ部
- 3 0 7 減算器
- 4 0 1 バーストエラー検出器
- 4 0 2 置換回路
- 7 0 1 置換回路
- 8 0 1 選択回路
- 9 0 1 演算器
- 1 1 0 1 デインターリーバ
- 1 1 0 2 置換回路
- 1 3 0 1、1 3 0 2 比較器
- 1 3 0 3、1 3 0 4 シフトレジスタ
- 1 3 0 5 論理和回路

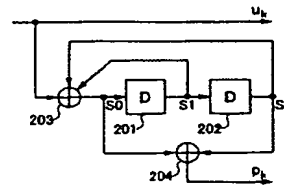
【図 1】

【図 2】

反復復号を用いた従来のデータ記録装置の構成を示す図

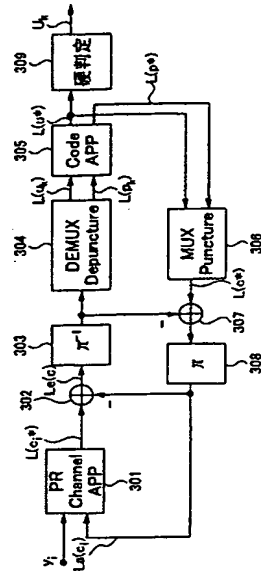


反復復号を行うための符号にユーザーデータを符号化する符号器の構成例を示す図



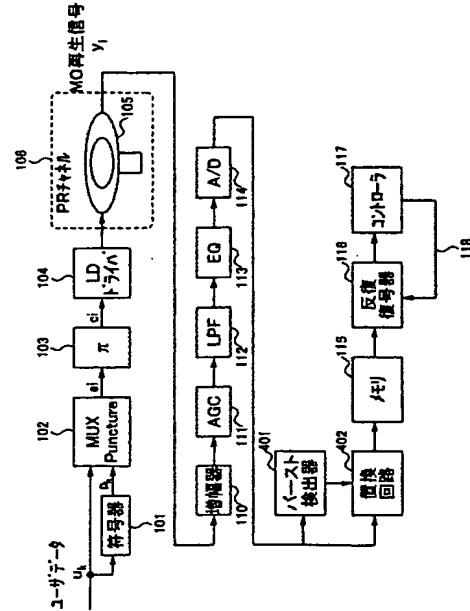
【図 3】

図 1 内の反復復号器の従来構成例を示す図



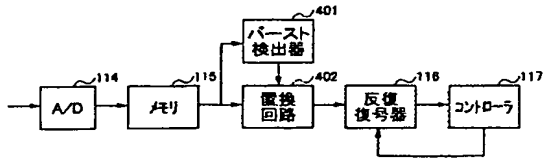
【図 4】

本発明の第 1 の実施例を示す図



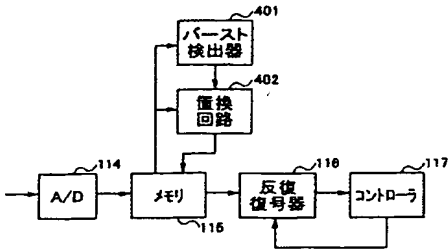
【図 5】

本発明の第 2 の実施例を示す図



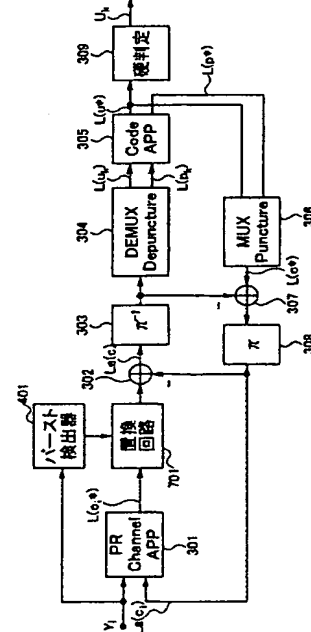
【図 6】

本発明の第 3 の実施例を示す図



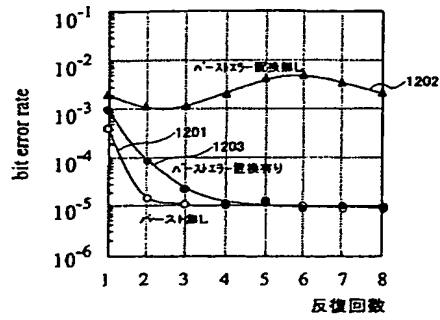
【図 7】

本発明の第 4 の実施例を示す図



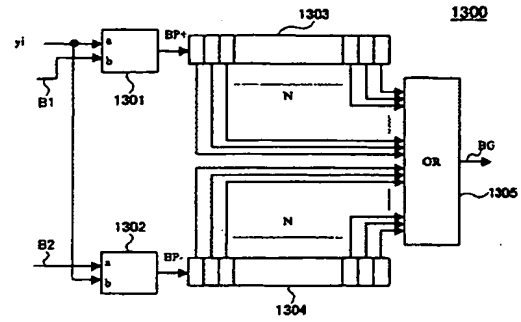
【図 1 2】

本発明を使用する反復符号の反復回数に対するエラーレートのシミュレーション結果を示す図



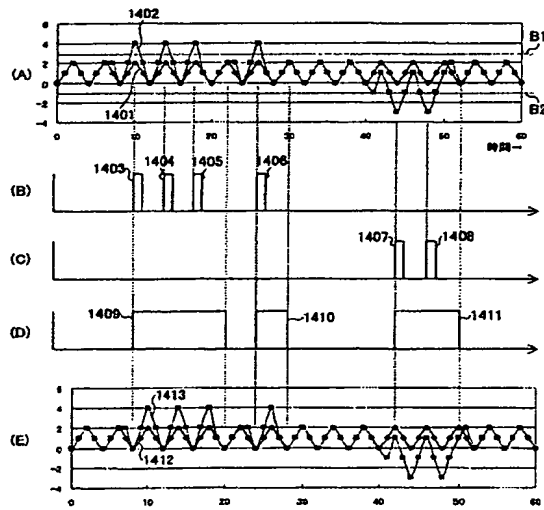
【図 1 3】

本発明のバーストエラー検出器の実施例を示す図



【図 1 4】

本発明のバーストエラー検出器の動作の説明を示す図



フロントページの続き

(51)Int.Cl. 7

F I

テーマコード (参考)

G 1 1 B 20/10 3 2 1 A

G 1 1 B 20/10 3 2 1 Z

H 0 3 M 13/45

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.